

Attorney Docket
33035M135

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Toshio Takagi, et al.
Serial No. : To Be Assigned Art Unit : Not Yet Assigned
Filed : Herewith Examiner : Not Yet Assigned
For : LIGHT-EMITTING MODULE

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

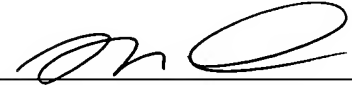
Sir :

The above-referenced patent application claims priority benefit from the foreign patent application listed below:

Application No. 2002-318461, filed in JAPAN on October 31, 2002.

In support of the claim for priority, attached is a certified copy of the Japanese priority application.

Respectfully submitted,
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP



Michael A. Makuch, Reg. No. 32,263
1850 M Street, NW – Suite 800
Washington, DC 20036
Telephone : 202/263-4300
Facsimile : 202/263-4329

Date : October 31, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 1 日
Date of Application:

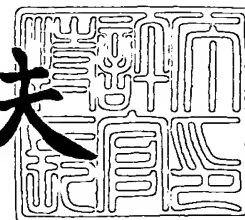
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 8 4 6 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 1 8 4 6 1]

出 願 人 住 友 電 気 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 2 4 1 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0564

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

 【氏名】 高木 敏男

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

 【氏名】 櫛田 憲正

【特許出願人】

 【識別番号】 000002130

 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

 【識別番号】 100089978

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092657

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定軸に沿って順に設けられた第 1、第 2 及び第 3 の領域を有するハウジングと、

前記第 2 の領域に設けられ、光出射面と光反射面を有する半導体発光素子と、

前記第 3 の領域に設けられ、前記半導体発光素子を駆動する駆動素子と、

前記第 1 の領域に設けられ、前記半導体発光素子の光出射面からの光を分岐して、モニタ光と出力光を生成する第 1 のビームスプリッタと、

前記ハウジングに收容され、前記モニタ光を受け、当該モニタ光の波長に応じた光電流を出力する波長検出器とを

備える発光モジュール。

【請求項 2】 前記波長検出器は、

エタロンと、

前記エタロンを透過した光を受ける第 1 の半導体受光素子とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の発光モジュール。

【請求項 3】 前記ハウジングは、孔を有し、

前記第 1 のビームスプリッタは前記孔を密閉するように配設されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光モジュール。

【請求項 4】 前記モニタ光を更に分岐して、強度モニタ光と波長モニタ光とを生成する第 2 のビームスプリッタと、

前記強度モニタ光を受ける第 2 の半導体受光素子とを更に備え、

前記第 2 のビームスプリッタ及び前記第 2 の半導体受光素子は前記ハウジングに收容され、

前記波長検出器は、前記波長モニタ光を受けることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の発光モジュール。

【請求項 5】 前記半導体発光素子は、分布帰還型の半導体レーザと当該半導体発光素子からの光を変調する電界吸収型変調素子とを有することを特徴とす

る請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の発光モジュール。

【請求項 6】 前記ハウジング内に収容され、前記半導体発光素子の光反射面からの光を受ける第 3 の半導体受光素子を更に備えることを特徴とする請求項 5 に記載の発光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光モジュールに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

発光モジュールは、一般に半導体レーザ等の半導体発光素子と、この半導体発光素子を収容するハウジングとを備えている。発光モジュールは、例えば複数の波長成分を用いる波長多重（WDM）伝送システムに用いられる。WDM 通信システムでは、チャンネル毎に異なる波長が付与されているので、半導体発光素子からの出力波長は、固定される必要がある。そのため、発光モジュールは、半導体発光素子の光反射面からの背面光を受ける波長モニタを有している。（例えば、特許文献 1）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 2 3 7 4 7 号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

発光モジュールの伝送速度を高速化するための研究において、発明者は、発光モジュールの伝送速度を高速化するためには、半導体発光素子を駆動する駆動素子もハウジングに収容し、半導体発光素子と駆動素子とを近づけて配置することが必要であることを見出した。しかしながら、上記した従来の発光モジュールでは、波長モニタが半導体発光素子の背面光を受けるように配置されているため、駆動素子を半導体発光素子に近づけることができないという問題点を有していた。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、駆動素子を半導体発光素子に近づけることができ、伝送速度の高速化を図ることが可能な発光モジュールを提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】**【課題を解決するための手段】**

本発明に係る発光モジュールは、ハウジングと、半導体発光素子と、第 1 のビームスプリッタと、波長検出器と駆動素子と、を備える。ハウジングは所定軸に沿って設けられた第 1、第 2 及び第 3 の領域を有する。半導体発光素子は、前面光が出射される光出射面と背面光が出射される光反射面を有し、第 2 の領域に設けられている。駆動素子は、第 3 の領域に設けられ、半導体発光素子を駆動する。第 1 のビームスプリッタは、第 1 の領域に設けられ、半導体発光素子の光出射面からの光を分岐して、モニタ光と出力光を生成する。波長検出器は、ハウジングに収容され、モニタ光を受けてその波長に応じた光電流を出力する。

【 0 0 0 7 】

この発光モジュールでは、第 1 のビームスプリッタが半導体発光素子からの前面光を分岐することによって生成されるモニタ光を波長検出器が受けるので、半導体発光素子の光反射面の後方にある第 3 の領域において、駆動素子を半導体発光素子の近くに配置することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の発光モジュールにおいては、波長検出器は、エタロンと、エタロンを透過した光を受ける第 1 の半導体受光素子とを有することを特徴としても良い。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の発光モジュールにおいては、ハウジングは孔を有し、第 1 のビームスプリッタは孔を密閉するように配設されることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

この発明によれば、第 1 のビームスプリッタが孔を密閉する機能を兼ねるので、発光モジュールの小型化が実現される。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の発光モジュールにおいては、モニタ光を更に分岐して、強度モニタ光と波長モニタ光を生成する第2のビームスプリッタと、強度モニタ光を受ける第2の半導体受光素子とを更に備え、第2のビームスプリッタ及び第2の半導体受光素子はハウジングに收容され、波長検出器は、波長モニタ光を受けることを特徴とすることが好適である。

【0012】

この発光モジュールでは、第1のビームスプリッタからのモニタ光が、第2のビームスプリッタによって更に分岐され、強度モニタ光と波長モニタ光が生成される。強度モニタ光は第2の半導体受光素子によって受光され、波長モニタ光は波長検出器によって受光される。このように、第2の半導体受光素子によって半導体発光素子の前面光の強度を検出できるので、この発光モジュールは、波長検出器によって出力される光電流の変動に基づいて半導体発光素子を制御する際に、半導体発光素子の出力変動に起因する影響を除くことができる。

【0013】

また、本発明の発光モジュールにおいては、半導体発光素子は、分布帰還型の半導体レーザと当該半導体発光素子からの光を変調する電界吸収型変調素子とを有しても良い。

【0014】

分布帰還型の半導体レーザ（以下、「DFB半導体レーザ」と呼ぶ。）と電界吸収型変調素子（以下、「EA素子」と呼ぶ。）とを有する半導体発光素子（以下、「EA-DFB型半導体発光素子」と呼ぶ。）では、DFB半導体レーザからの光がEA素子によって変調される。したがって、DFB半導体レーザからの背面光を監視することによっては、EA素子の光吸収量の変化に起因する前面光の強度変動を検出することができない。この発光モジュールは、EA-DFB型半導体発光素子による前面光、すなわちEA素子を透過した光の強度を検出できるので、EA-DFB型半導体発光素子の出力を的確に制御できる。

【0015】

また、本発明の発光モジュールにおいては、上記半導体発光素子の光反射面からの光を受ける第3の半導体受光素子を更に備えることが好適である。

【0016】

この発光モジュールでは、E A-D F B 型半導体発光素子の光反射面からの背面光が、更に第3の半導体受光素子によって受光される。したがって、この発光モジュールでは、第3の半導体受光素子によって受光された背面光の強度と、上述したように検出される前面光の強度とに基づいて、E A 素子の光吸収量を検出することができる。その結果、例えば、E A 素子の劣化を検出することが可能となる。

【0017】**【発明の実施の形態】**

本発明の実施形態にかかる発光モジュールについて説明する。なお、以下の実施形態に関する説明においては、説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を附し、重複する説明は省略する。

【0018】**(第1実施形態)**

本発明の第1実施形態にかかる発光モジュール1について添付の図面を参照して説明する。図1は発光モジュール1の一部破断斜視図である。また、図2は、発光モジュール1における部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。発光モジュール1は、ハウジング10と、半導体発光素子12と、駆動素子14と、コリメートレンズ28と、第1のビームスプリッタ30と、第2のビームスプリッタ34と、光アイソレータ36と、半導体受光素子40と、波長検出器50と、光ファイバ60とを備える。

【0019】

ハウジング10は、所定軸X（図2のX）に交差する前壁部10aと後壁部10cと、所定軸Xに沿って伸びる一対の側壁部10bとを有する。側壁部10bのそれぞれには、複数のリード端子10dが設けられ、後壁部10cには、複数のリード端子10eが設けられている。

【0020】

ハウジング10は、所定軸Xに沿って順に設けられた第1の領域11a、第2

の領域 11b 及び第 3 の領域 11c を有している。ハウジング 10 には、搭載部材 20 と搭載部材 24 とが収容されている。搭載部材 20 は搭載面 20a を有している。搭載部材 20 には、熱伝導性に優れた材料を用いることができる。搭載部材 20 の搭載面 20a には、半導体発光素子 12、コリメートレンズ 28、第 1 のビームスプリッタ 30、第 2 のビームスプリッタ 34、光アイソレータ 36、半導体受光素子 40 及び波長検出器 50 が搭載されている。半導体発光素子 12、コリメートレンズ 28、第 1 のビームスプリッタ 30 及び光アイソレータ 36 は、所定軸 X に沿って設けられており、半導体発光素子 12 は第 2 の領域 11b に、第 1 のビームスプリッタ 30 は第 1 の領域 11a にそれぞれ配置されている。搭載部材 20 は、ペルチエ素子 22 に搭載されている。ペルチエ素子 22 は、搭載部材 20 の搭載面 20a に搭載された半導体発光素子 12 の温度を制御する。ペルチエ素子 22 によって温度が制御されることによって、半導体発光素子 12 の出力波長が制御される。

【0021】

半導体発光素子 12 は、駆動素子 14 によって変調信号を与えられ、この変調信号に基づいて変調された光を発生する。半導体発光素子 12 としては、変調信号によって半導体レーザを直接 ON/OFF させる直接変調型の半導体発光素子を用いることができる。また、半導体発光素子 12 としては、分布帰還型（以下、「DFB 型」と呼ぶ。）の半導体レーザと電界吸収型変調素子（以下、「EA 素子」と呼ぶ。）がモノシリックに形成された EA-DFB 型半導体発光素子も適用可能である。半導体発光素子 12 は、ヒートシンク 26 を介して搭載部材 20 の搭載面 20a に支持されている。半導体発光素子 12 の一電極は電源電位線に、他電極は駆動素子 14 に、それぞれボンディングワイヤを介して接続されている。

【0022】

駆動素子 14 は、搭載部材 24 に搭載されており、ハウジング 10 内の第 3 の領域 11c において、半導体発光素子 12 の近くに配置されている。駆動素子 14 は、リード端子 10e を介して供給される変調信号を増幅する。駆動素子 14 は、増幅した変調信号を半導体発光素子 12 に与えて、半導体発光素子 12 を駆

動する。

【0023】

配線基板 16 は、一对の伝送路（図 2 の 16 a 及び 16 b）を有する。伝送路 16 a 及び 16 b の一端は、ボンディングワイヤ 18 を介して駆動素子 14 と電氣的に接続されている。伝送路 16 a 及び 16 b の他端はハウジング 10 のリード端子 10 e と、ボンディングワイヤ（図示せず）を介して電氣的に接続されている。

【0024】

コリメートレンズ 28 は、半導体発光素子 12 の光出射面 12 a と光学的に結合されている。半導体発光素子 12 の光出射面 12 a から出射されるコリメートレンズ 28 を透過して第 1 のビームスプリッタ 30 へ向かう。

【0025】

第 1 のビームスプリッタ 30 は、コリメートレンズ 28 を透過した光を分岐して、出力光とモニタ光を生成する。出力光は、コリメートレンズ 28 を透過した光が第 1 のビームスプリッタ 30 を透過した光であり、この出力光は光アイソレータ 36 へと向かう。モニタ光は、コリメートレンズ 28 を透過した光が第 1 のビームスプリッタ 30 によって反射された光であり、このモニタ光は第 2 のビームスプリッタ 34 へと向かう。第 1 のビームスプリッタ 30 としては、例えば、ハーフミラーやキューブビームスプリッタを用いることができる。

【0026】

光アイソレータ 36 は、入射面 52 a 及び出射面 52 b を有する。入射面 52 a は、第 1 のビームスプリッタを介して、半導体発光素子 12 の光出射面 12 a と光学的に結合されている。出射面 52 b は、光ファイバ 60 の一端面 60 a と光学的に結合されている。光アイソレータ 36 は、第 1 のビームスプリッタ 30 を透過した光、すなわち出力光を、光ファイバ 60 の一端面 60 a に向けて透過する。光アイソレータ 36 は、入射面 52 a から入射する光のみを透過する機能を有し、出射面 52 b からの戻り光を防止する。

【0027】

ハウジング 10 の前壁部 10 a には、所定軸 X に交差する孔 10 f が設けられ

ている。孔 10 f には、略リング状の保持部材 64 が配置されており、保持部材 64 はハーメチックガラス 62 を保持している。このように、孔 10 f にハーメチックガラス 62 を保持した保持部材 64 が配置されることによって、ハウジング 10 の気密が確保される。保持部材 64 の一端には、円筒状のレンズ保持部材 68 の一端面が接している。レンズ保持部材 68 は、集光レンズ 66 を保持している。集光レンズ 66 は、第 1 のビームスプリッタ 30、光アイソレータ 36、及びハーメチックガラス 62 を介して、半導体発光素子 12 の光出射面 12 a と光学的に結合されている。集光レンズ 66 は、半導体発光素子 12 の光出射面 12 a から出射された光を、光ファイバ 60 の一端面 60 a に集光する。レンズ保持部材 68 の他端面には、フェルールホルダ 72 の一端面が接している。フェルールホルダ 72 はフェルール 70 を保持している。フェルール 70 には、光ファイバ 60 が挿入されている。保持部材 64、レンズ保持部材 68、及びフェルールホルダ 72 は、保護部材 74 によって覆われている。

【0028】

第 2 のビームスプリッタ 34 は、第 1 のビームスプリッタ 30 によって反射された光、すなわちモニタ光を分岐して、強度モニタ光と波長モニタ光を生成する。強度モニタ光は、第 1 のビームスプリッタ 30 からのモニタ光が第 2 のビームスプリッタを透過した光であり、この強度モニタ光は半導体受光素子 40 へ向かう。波長モニタ光は、第 1 のビームスプリッタ 30 からのモニタ光が第 2 のビームスプリッタによって反射された光であり、この波長モニタ光は波長検出器 50 へ向かう。第 2 のビームスプリッタとしては、第 1 のビームスプリッタと同様に、例えば、ハーフミラーやキューブビームスプリッタを用いることができる。

【0029】

半導体受光素子 40 は、第 1 のビームスプリッタ 30 と第 2 のビームスプリッタ 34 を介して、半導体発光素子 12 の光出射面 12 a と光学的に結合されている。半導体受光素子 40 としては、例えば、フォトダイオードを用いることができる。半導体受光素子 40 は、第 2 のビームスプリッタ 34 によって生成された強度モニタ光を受光し、受光した光の光量に応じたモニタ電流を出力する。半導体受光素子 40 からのモニタ電流は、半導体発光素子 12 の前面光の光量に応じ

て変化するので、このモニタ電流に基づいて半導体発光素子 12 の前面光の強度を検出することができる。

【0030】

波長検出器 50 は、第 2 のビームスプリッタ 34 によって生成された波長モニタ光を受け、この波長モニタ光の波長に応じたモニタ電流を出力する。波長検出器 50 は、エタロン 52 と、半導体受光素子 54 を有する。エタロン 52 は、第 2 のビームスプリッタ 34 によって生成された波長モニタ光を受ける。エタロン 52 は、入射面 52a と出射面 52b を有し、入射面 52a は第 1 のビームスプリッタと第 2 のビームスプリッタを介して、半導体発光素子 12 の光出射面 12a と光学的に結合されている。出射面 52b は半導体受光素子 54 と光学的に結合されている。エタロン 52 は、バンドパスフィルタの一種であり、所定波長にピークをもつ透過スペクトルを有する。この所定波長は、エタロン 52 の入射面 52a と出射面 52b との光学的な距離によって決定される。エタロン 52 に入射する光は、その波長とエタロン 52 の透過スペクトルとの相対的な関係によって定まる強度の光となってエタロン 52 を透過する。したがって、エタロン 52 を透過した光は、その波長変動に応じて強度が変化する。半導体受光素子 54 は、エタロン 52 を透過した光を受ける。半導体受光素子 54 は、受光する光の強度に応じたモニタ電流を出力する。半導体受光素子 54 としては、例えばフォトダイオードを用いることができる。半導体受光素子 54 によって出力されるモニタ電流は半導体発光素子 12 からの前面光の波長の変動に応じて変化するので、このモニタ電流の変化を監視することによって、半導体発光素子 12 からの前面光の波長変動を検出することができる。

【0031】

次に、発光モジュール 1 の動作について図 3 及び図 4 を参照しつつ説明する。図 3 は、発光モジュール 1 における部品間の光学的な結合を示す図である。また、図 4 は、発光モジュール 1 の制御系の構成を示す図である。発光モジュール 1 において、半導体発光素子 12 は、駆動素子 14 によって与えられる変調信号に基づいて変調された前面光 A を、光出射面 12a から出射する。前面光 A は、第 1 のビームスプリッタ 30 によって分岐され、出力光 B とモニタ光 C が生成され

る。出力光Bは、光アイソレータ36、ハーメチックガラス62及び集光レンズ66を介して、光ファイバ60の一端面60aに入射する。一方、モニタ光Cは第2のビームスプリッタ34に入射し、第2のビームスプリッタ34によって強度モニタ光Dと波長モニタ光Eとに分岐される。強度モニタ光Dは、半導体受光素子40に入射し、半導体受光素子40によってその光量に応じたモニタ電流 I_1 が出力される。一方、波長モニタ光Eは、エタロン52を透過することによって、光Fとなる。光Fは、半導体受光素子54に入射する。半導体受光素子54は、光Fの光量に応じたモニタ電流 I_2 を出力する。モニタ電流 I_1 とモニタ電流 I_2 はハウジング10の側壁部10bに設けられたリード端子10dを介して制御回路80へ出力される。モニタ電流 I_2 の電流値は、半導体発光素子12の出力波長が長波長側に変化することによって変化し、半導体発光素子12の出力波長が短波長側にずれることによって、その増減が長波長側への変動とは逆に変化する。制御回路80は、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子12の波長変動を検出する。このとき、制御回路80は、モニタ電流 I_1 によって半導体発光素子12の出力変動を検出することができ、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子12の出力変動による影響を除いて、半導体発光素子12の波長変動を検出することもできる。制御回路80は、半導体発光素子12の波長変動を検出した場合に、ペルチエ素子22に温度制御信号を送出し、また、駆動素子14へ電流制御信号を送出する。ペルチエ素子22は、温度制御信号に応じて吸熱或いは発熱し、半導体発光素子12の温度を制御する。駆動素子14は、電流制御信号に応じて半導体発光素子12への注入電流を制御する。以上によって、半導体発光素子12の出力波長は、所望の出力波長に制御される。

【0032】

なお、本発明は上記した本実施形態に限定されることなく種々の変形が可能である。図5は、第1実施形態の発光モジュールの変形態様にかかる発光モジュール1bの平面図である。発光モジュール1では、図2に示すように、第2のビームスプリッタ34、半導体受光素子40、波長検出器50が、所定軸Xからみて搭載面20aの片側に配設されている。これに対して、発光モジュール1bにおいて、第2のビームスプリッタ34、半導体受光素子40、及び波長検出器50

のそれぞれの光学的な結合関係は、発光モジュール 1 と同様であるが、図 5 に示すように、波長検出器 50 と第 2 のビームスプリッタ 34 との間に所定軸 X が位置している。すなわち、発光モジュール 1 b では、第 2 のビームスプリッタ 34 によって反射される光（光 E）は、所定軸 X と交差する方向に向かい、波長検出器 50 によって受光される。このように、第 1 のビームスプリッタ 30、第 2 のビームスプリッタ 34、半導体受光素子 40 及び波長検出器 50 のそれぞれの光学的な結合関係が維持され得る様々な変形例を構成できる。

【0033】

（第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態にかかる発光モジュール 2 について説明する。図 6 は発光モジュール 2 の一部破断斜視図である。また、図 7 は、発光モジュール 2 における部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。発光モジュール 2 は、ハウジング 10 と、半導体発光素子 12 と、駆動素子 14 と、コリメートレンズ 28 と、第 1 のビームスプリッタ 32 と、第 2 のビームスプリッタ 34 と、半導体受光素子 40 と、波長検出器 50 と、光ファイバ 60 とを備える。発光モジュール 2 では、第 1 のビームスプリッタ 32 が、孔 10 f（第 1 の領域 11 a）の内部に收容されている。発光モジュール 2 において、第 1 のビームスプリッタと第 2 のビームスプリッタ 34、第 2 のビームスプリッタ 34 と半導体受光素子 40、第 2 のビームスプリッタ 34 と波長検出器 50 のそれぞれの光学的な結合関係や、その他の部品の構成は発光モジュール 1 と同様であるので、これらの説明は省略する。

【0034】

発光モジュール 2 では、第 1 のビームスプリッタ 32 が、保持部材 65 に保持されており、ハウジング 10 の前壁部 10 a に設けられた孔 10 f（第 1 の領域 11 a）に配置されている。第 1 のビームスプリッタ 32 は、保持部材 65 によって保持されている。このように、発光モジュール 2 では、保持部材 65 によって保持された第 1 のビームスプリッタ 32 が、ハウジング 10 の気密を確保する機能を兼ねている。そのため、発光モジュール 2 は、第 1 実施形態の発光モジュール 1 より部品点数が削減されるので、その小型化が図られている。第 1 のビー

ムスプリッタ 32 は、コリメートレンズ 28 を介して半導体発光素子 12 の光出射面 12a と光学的に結合されている。第 1 のビームスプリッタ 32 は、半導体発光素子 12 からの前面光を分岐して、出力光とモニタ光を生成する。出力光は第 1 のビームスプリッタ 32 を透過した光であり、モニタ光は第 1 のビームスプリッタ 32 によって反射された光である。第 1 のビームスプリッタ 32 によって生成された出力光は、光ファイバ 60 の一端面 60a へと向かい、第 1 のビームスプリッタ 32 によって生成されたモニタ光は、第 2 のビームスプリッタ 34 へ向かう。第 1 のビームスプリッタ 32 としては、例えば、サファイアから形成され、光入射面と光出射面とを有する光学部品を用いることができる。この場合、第 1 のビームスプリッタ 32 の光入射面が、半導体発光素子 12 からの前面光を分岐して、出力光とモニタ光を生成する。また、第 1 のビームスプリッタ 32 の光入射面は、HR 膜を有することもできる。

【0035】

次に、発光モジュール 2 の動作について図 8 及び図 9 を参照しつつ説明する。図 8 は、発光モジュール 2 における部品間の光学的な結合を示す平面図である。図 9 は、発光モジュール 2 の制御系の構成を示す図である。発光モジュール 2 において、半導体発光素子 12 は、駆動素子 14 によって与えられる変調信号に基づいて変調された前面光 A を、光出射面 12a から出射する。前面光 A は、第 1 のビームスプリッタ 32 によって分岐され、出力光 B とモニタ光 C が生成される。出力光 B は、集光レンズ 66 を介して、光ファイバ 60 の一端面 60a に入射する。一方、モニタ光 C は、第 2 のビームスプリッタ 34 に入射し、第 2 のビームスプリッタ 34 によって強度モニタ光 D と波長モニタ光 E とに分岐される。強度モニタ光 D は半導体受光素子 40 に入射し、半導体受光素子 40 によって強度モニタ光 D の光量に応じたモニタ電流 I_1 が出力される。一方、波長モニタ光 E は、エタロン 52 を透過することによって、光 F となる。光 F は、半導体受光素子 54 に入射する。半導体受光素子 54 は、光 F の光量に応じたモニタ電流 I_2 を出力する。モニタ電流 I_1 とモニタ電流 I_2 はハウジング 10 の側壁部 10b に設けられたリード端子 10d を介して制御回路 80 へ出力される。モニタ電流 I_2 の電流値は、半導体発光素子 12 の出力波長が長波長側に変化することによっ

て変化し、半導体発光素子 12 の出力波長が短波長側にずれることによって、その増減が長波長側への変動とは逆に変化する。制御回路 80 は、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子 12 の波長変動を検出する。このとき、制御回路 80 は、モニタ電流 I_1 によって半導体発光素子 12 の出力変動を検出することができ、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子 12 の出力変動による影響を除いて、半導体発光素子 12 の波長変動を検出することもできる。制御回路 80 は、半導体発光素子 12 の波長変動を検出した場合に、ペルチエ素子 22 に温度制御信号を送出し、また、駆動素子 14 へ電流制御信号を送出する。ペルチエ素子 22 は、温度制御信号に応じて吸熱或いは発熱し、半導体発光素子 12 の温度を制御する。駆動素子 14 は、電流制御信号に応じて半導体発光素子 12 への注入電流を制御する。以上によって、半導体発光素子 12 の出力波長は、所望の出力波長に制御される。

【0036】

(第3実施形態)

次に、第3実施形態にかかる発光モジュール3について説明する。図10は発光モジュール3の一部破断斜視図である。また、図11は、発光モジュール3における部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。発光モジュール3は、ハウジング10と、半導体発光素子13と、駆動素子14と、コリメートレンズ28と、第1のビームスプリッタ30と、第2のビームスプリッタ34と、半導体受光素子40と、半導体受光素子44と、波長検出器50と、光ファイバ60とを備える。発光モジュール3では、半導体発光素子として、E A-D F B型の半導体発光素子13が用いられている。また、発光モジュール3では、半導体発光素子13の光反射面からの背面光をうける半導体受光素子44が設けられている。発光モジュール3において、第1のビームスプリッタ30と第2のビームスプリッタ34、第2のビームスプリッタ34と半導体受光素子40、第2のビームスプリッタ34と波長検出器50のそれぞれの光学的な結合関係や、その他の部品の構成は発光モジュール1と同様であるので、これらの説明は省略する。

【0037】

半導体発光素子 13 は、DFB 型半導体レーザと EA 素子がモノリシックに光集積された半導体発光素子である。EA-DFB 型半導体発光素子では、DFB 型半導体レーザが定常的に動作し、DFB 型半導体レーザからの光を EA 素子が変調する。

【0038】

半導体受光素子 44 は、搭載部材 20 の搭載面 20a に設けられている。半導体受光素子 44 としては、例えばフォトダイオードを用いることができる。半導体受光素子 44 は、半導体発光素子 13 の光反射面 13b と光学的に結合されており、光反射面 13b からの背面光を受光して、背面光の光量に応じたモニタ電流を出力する。

【0039】

次に、発光モジュール 3 の動作について図 12 及び図 13 を参照しつつ説明する。図 12 は、発光モジュール 3 における部品間の光学的な結合を示す図である。また、図 13 は、発光モジュール 3 の制御系の構成を示す図である。発光モジュール 3 においては、半導体発光素子 13 は、駆動素子 14 によって与えられる変調信号に基づいて変調された前面光 A を光出射面 13a から出射し、光反射面 13b から背面光 G を出射する。背面光 G は、半導体受光素子 44 に入射し、半導体受光素子 44 によって背面光 G の光量に応じたモニタ電流 I_3 が制御回路 80 に出力される。前面光 A は、第 1 のビームスプリッタ 30 によって分岐され、出力光 B とモニタ光 C が生成される。出力光 B は、光アイソレータ 36、ハーフミックガラス 62 及び集光レンズ 66 を介して、光ファイバ 60 の一端面 60a に入射する。一方、モニタ光 C は、第 2 のビームスプリッタ 34 に入射し、第 2 のビームスプリッタ 34 によって強度モニタ光 D と波長モニタ光 E とに分岐される。強度モニタ光 D は、半導体受光素子 40 に入射し、半導体受光素子 40 によって強度モニタ光 D の光量に応じたモニタ電流 I_1 が出力される。一方、波長モニタ光 E は、エタロン 52 を透過することによって、光 F となる。光 F は、半導体受光素子 54 に入射する。半導体受光素子 54 は、光 F の光量に応じたモニタ電流 I_2 を出力する。モニタ電流 I_1 とモニタ電流 I_2 はハウジング 10 の側壁部 10b に設けられたリード端子 10d を介して制御回路 80 へ出力される。モニ

タ電流 I_2 の電流値は、半導体発光素子 12 の出力波長が長波長側に変化することによって変化し、半導体発光素子 12 の出力波長が短波長側にずれることによって、その増減が長波長側への変動とは逆に变化する。制御回路 80 は、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子 12 の波長変動を検出する。このとき、制御回路 80 は、モニタ電流 I_1 によって半導体発光素子 12 の出力変動を検出することができ、モニタ電流 I_2 の変化から半導体発光素子 12 の出力変動による影響を除いて、半導体発光素子 12 の波長変動を検出することもできる。制御回路 80 は、半導体発光素子 12 の波長変動を検出した場合に、ペルチエ素子 22 に温度制御信号を送出し、また、駆動素子 14 へ電流制御信号を送出する。ペルチエ素子 22 は、温度制御信号に応じて吸熱或いは発熱し、半導体発光素子 12 の温度を制御する。駆動素子 14 は、電流制御信号に応じて半導体発光素子 12 への注入電流を制御する。以上によって、半導体発光素子 12 の出力波長は、所望の出力波長に制御される。また、発光モジュール 3 では、制御回路 80 が、半導体受光素子 40 からのモニタ電流 I_1 と半導体受光素子 44 からのモニタ電流 I_3 とを比較することによって、EA 素子の光吸収量を検出することができる。制御回路 80 によって EA 素子の光吸収量が検出されることによって EA 素子の変動を検出することができ、発光モジュール 3 のメンテナンスを行うことができる。

【0040】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態として、図1に示した第1実施形態の発光モジュール1の組立方法を説明する。発光モジュール1の組立方法としては、まず、半導体発光素子12をヒートシンク26に搭載し、ヒートシンク26を搭載部材20の搭載面20aにダイボンドする。半導体発光素子12は、画像認識されることによって搭載面20aの第2の領域11bに配置される。次に、UV接着剤を用いて、コリメートレンズ28を搭載部材20の搭載面20aに固定する。コリメートレンズ28の位置の調整には、半導体発光素子12を発光させ、コリメートレンズ28を透過した光のIRカメラによる像を観察することによってコリメートレンズ28の位置を調整する方法を用いる。次に、第1のビームスプリッタ、第2のビームスプリッタ、半導体受光素子40、半導体受光素子54及び光アイソレー

タ 36 を UV 接着剤によって搭載面 20a に固定する。次に、半導体受光素子 54 の前方にエタロン 52 を配置し、UV 接着剤により固定する。エタロン 52 の位置及び角度の調整には、半導体発光素子 12 を所定の波長で発振させることによって、半導体受光素子 54 から最適なモニタ電流が出力されるようにエタロン 52 を配置する方法を用いる。次に、搭載部材 20 に半導体発光素子 12 等が搭載されたサブアセンブリを、予めペルチエ素子 22 が配置されたハウジング 10 に組み込む。そして、駆動素子 14 を搭載した搭載部材 24 をハウジング 10 に組み込む。次に、ワイヤボンディングによって、半導体発光素子 12 と駆動素子 14 といった部品間を電氣的に接続する。次に、ハウジング 10 にその上壁部を接合する。そして、ハウジング 10 の孔 10f に、ハーメチックガラス 62 を保持した保持部材 64 を配置し、保持部材 64 を YAG レーザによって固定する。次に、光ファイバ 60 から所定の出力が得られるように、レンズ保持部材 68、フェルールホルダ 72 を配置することによって、集光レンズ 66 と光ファイバ 60 を調芯する。そして、保持部材 64 とレンズ保持部材 68、レンズ保持部材 68 とフェルールホルダ 72 を、互いに YAG レーザによって固定する。最後に、保護部材 74 によって、保持部材 64、レンズ保持部材 68、フェルールホルダ 72 を覆う。以上によって、発光モジュール 1 の組立が完了する。

【0041】

以上、第 1、第 2 及び第 3 の実施形態として説明した上述の発光モジュールでは、第 1 のビームスプリッタが、半導体発光素子の光出射面の前方に配置され、半導体発光素子の前面光を分岐して、出力光とモニタ光とを生成する。第 1 のビームスプリッタからのモニタ光は第 2 のビームスプリッタ 34 によって更に分岐され、強度モニタ光と波長モニタ光が生成される。波長検出器 50 は第 2 のビームスプリッタからの波長モニタ光を受ける。したがって、波長検出器 50 は半導体発光素子の光出射面からの前面光を受けることができるので、第 3 の領域 11c において半導体発光素子に近づけて駆動素子 14 を配置することができる。その結果、伝送速度の高速化を実現した発光モジュールが提供される。

【0042】

また、半導体受光素子 40 が半導体発光素子の前面光の光量に応じたモニタ電

流を出力するので、半導体発光素子の前面光の強度を検出できる。波長検出器 50 の半導体受光素子 54 から出力されるモニタ電流には、半導体発光素子の出力強度の変動と出力波長の変動の両者が反映されるが、半導体発光素子の出力強度を半導体受光素子 40 によって別個に検出できるので、半導体発光素子の出力強度の変動による影響を除いて、半導体発光素子の波長変動を検出できる。このように、本発明の実施形態にかかる発光モジュールは、半導体発光素子の波長変動を検出できる結果、半導体発光素子への注入電流や半導体発光素子の温度を制御することによって、半導体発光素子の出力波長を安定に制御することができる。

【0043】

また、半導体発光素子として E A - D F B 型半導体発光素子を用いた場合に、E A 素子によって変調された前面光を波長検出器 50 によって観察できるので、背面光を波長検出器によって受けることによって波長変動を検出する場合に比して、E A 素子による光吸収量に変動があっても、半導体発光素子を的確に制御することができる。

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、半導体発光素子を駆動する駆動素子を半導体発光素子に近づけて配置できるので、伝送速度の高速化が図られた発光モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、第 1 実施形態にかかる発光モジュールの一部破断斜視図である。

【図 2】

図 2 は、第 1 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。

【図 3】

図 3 は、第 1 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合を示す平面図である。

【図 4】

図 4 は、第 1 実施形態にかかる発光モジュールの制御系の構成を示す図である。

【図 5】

図 5 は、第 1 実施形態の変形態様にかかる発光モジュールを示す平面図である。

【図 6】

図 6 は、第 2 実施形態にかかる発光モジュールの一部破断斜視図である。

【図 7】

図 7 は、第 2 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。

【図 8】

図 8 は、第 2 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合を示す平面図である。

【図 9】

図 9 は、第 2 実施形態にかかる発光モジュールの制御系の構成を示す図である。

【図 1 0】

図 1 0 は、第 3 実施形態にかかる発光モジュールの一部破断斜視図である。

【図 1 1】

図 1 1 は、第 3 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合及び電氣的な結合を示す平面図である。

【図 1 2】

図 1 2 は、第 3 実施形態にかかる発光モジュールにおける部品間の光学的な結合を示す平面図である。

【図 1 3】

図 1 3 は、第 3 実施形態にかかる発光モジュールの制御系の構成を示す図である。

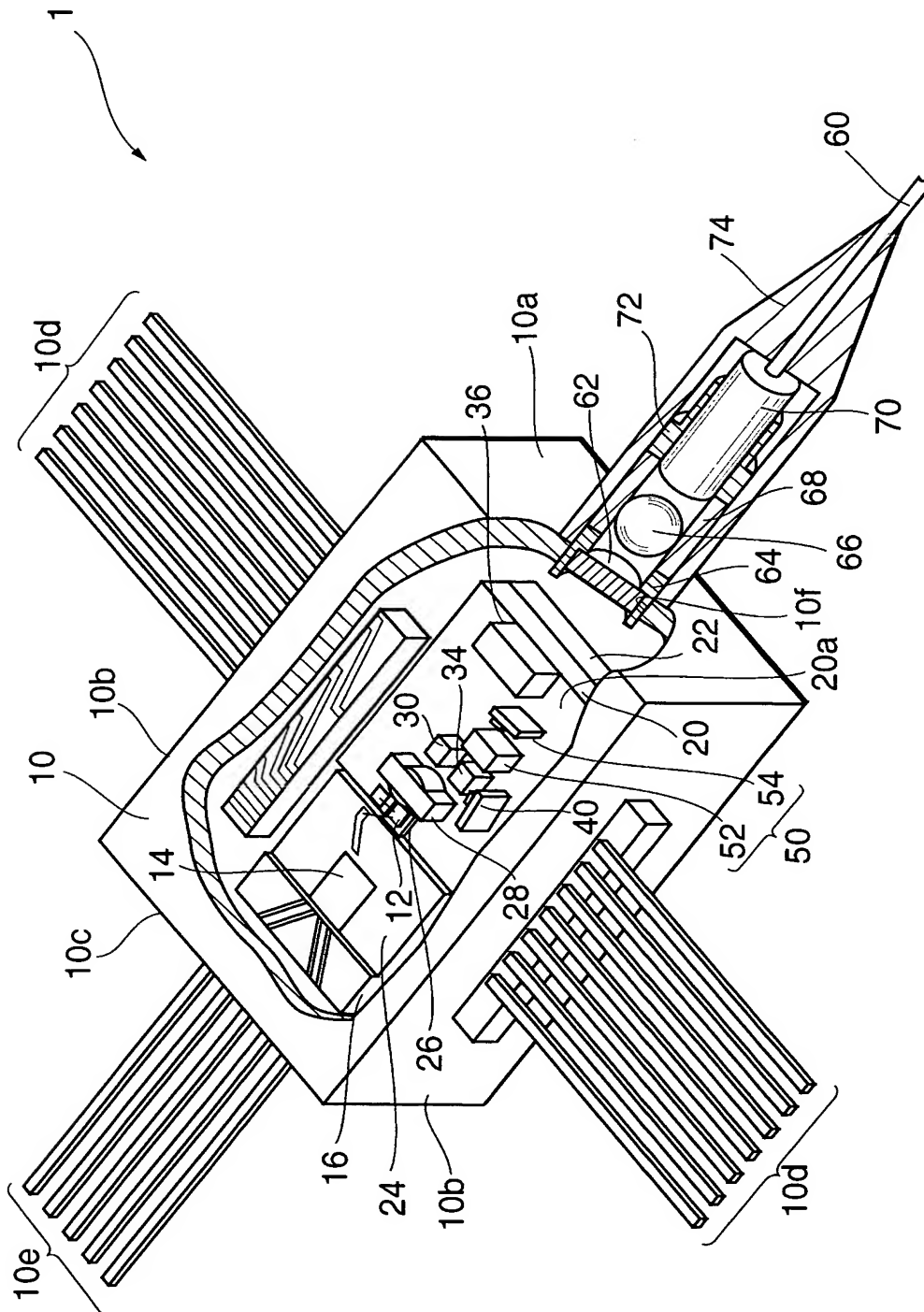
【符号の説明】

1 ～ 3 …発光モジュール、1 0 …ハウジング、1 0 …半導体発光素子、1 2 ,

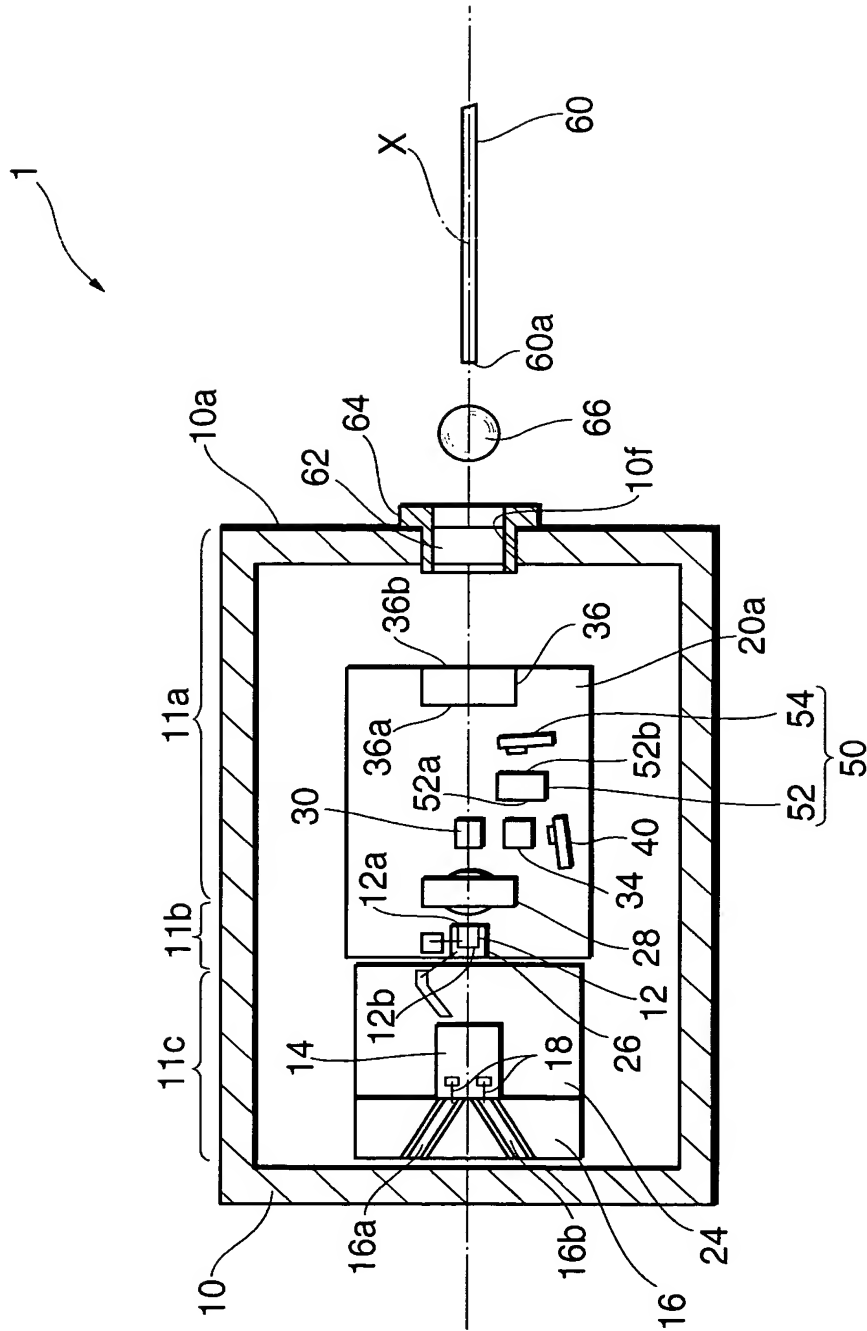
1 3…半導体発光素子、1 4…駆動素子、1 6…配線基板、2 0…チップキャリア、2 2…ペルチエ素子、2 6…ヒートシンク、2 8…コリメートレンズ、3 0, 3 2…第 1 のビームスプリッタ、3 4…第 2 のビームスプリッタ、3 6…光アイソレータ、4 0…半導体受光素子、5 0…波長検出器、5 2…エタロン、5 4…半導体受光素子、6 0…光ファイバ、6 2…ハーメチックガラス、6 4, 6 5…保持部材、6 6…集光レンズ、6 8…レンズ保持部材、7 0…フェルール、7 2…フェルールホルダ、7 4…保護部材

【書類名】 図面

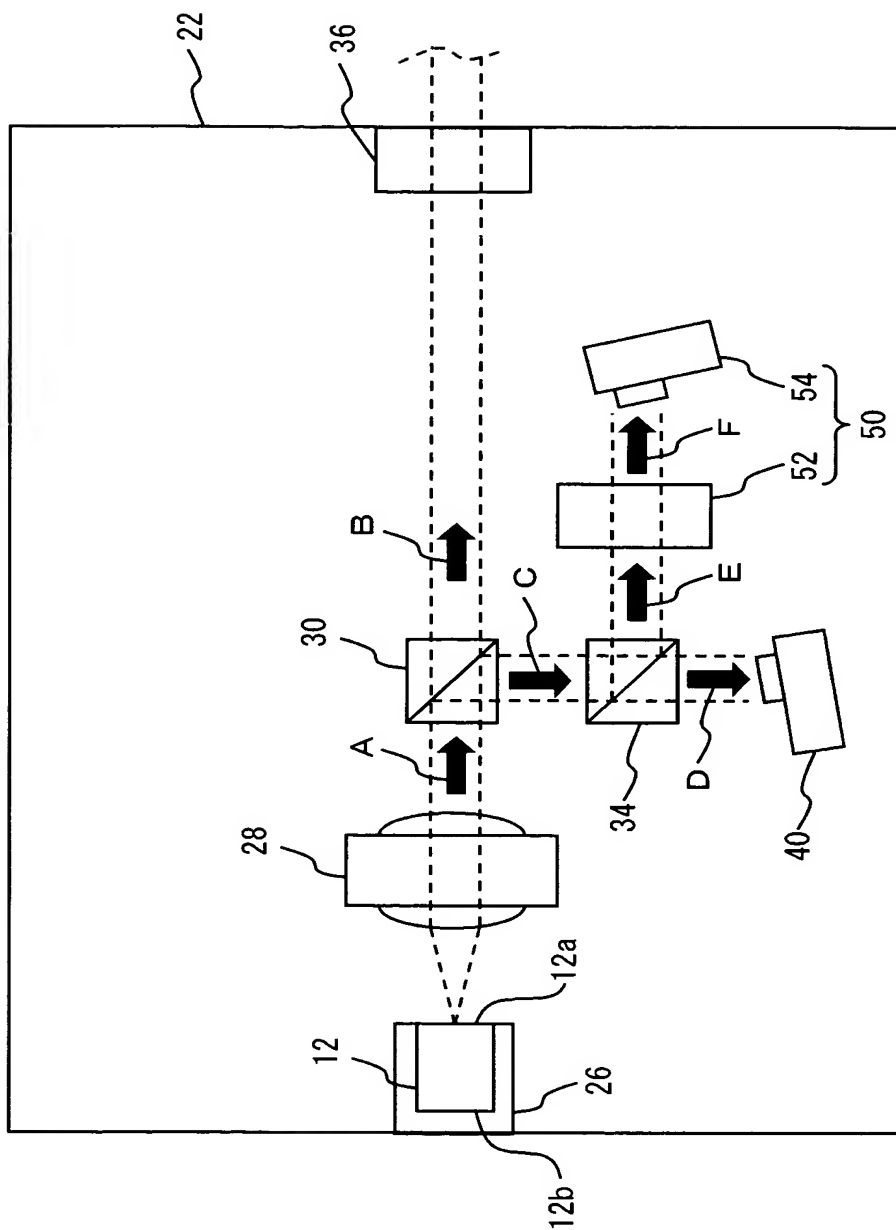
【図 1】



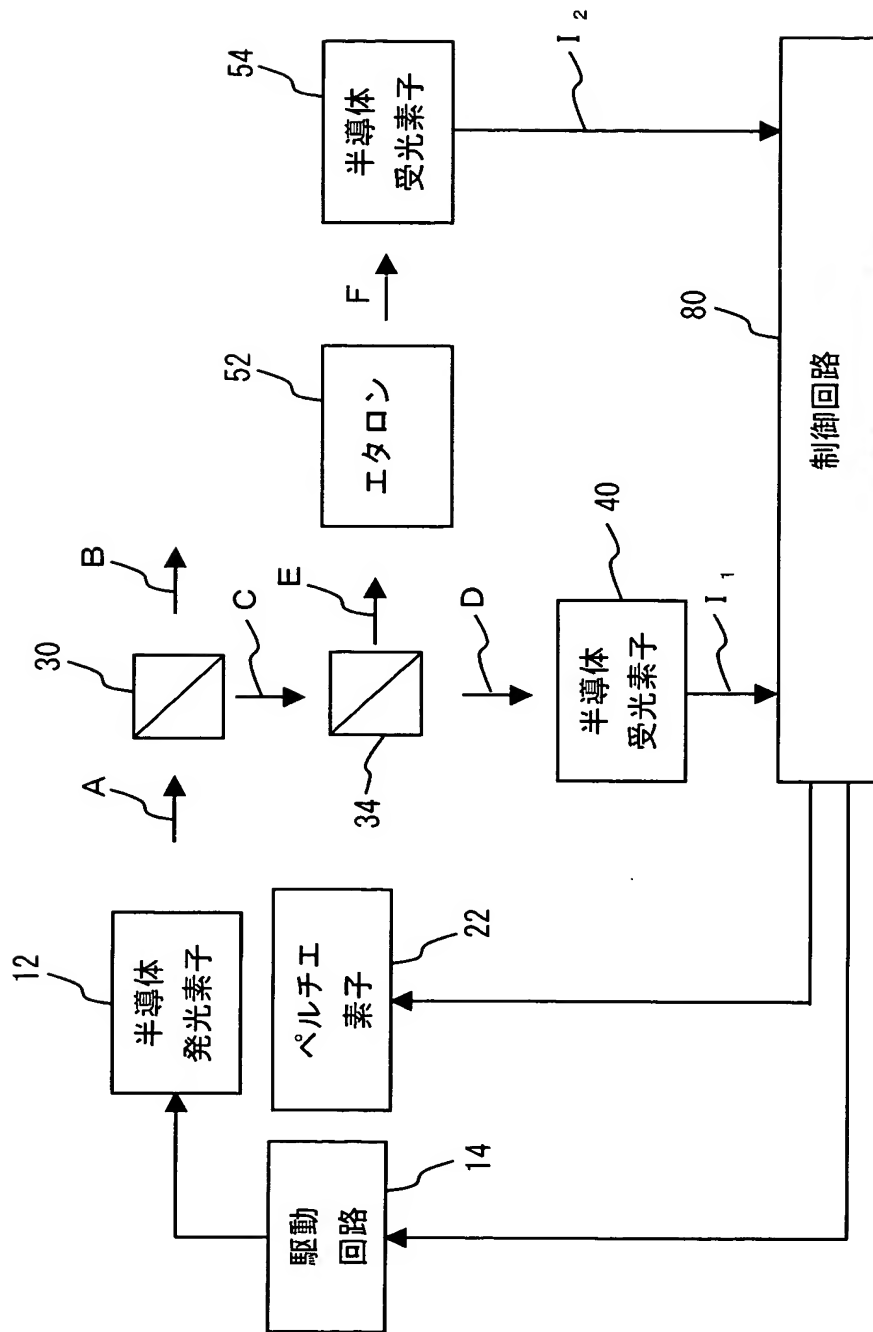
【図 2】



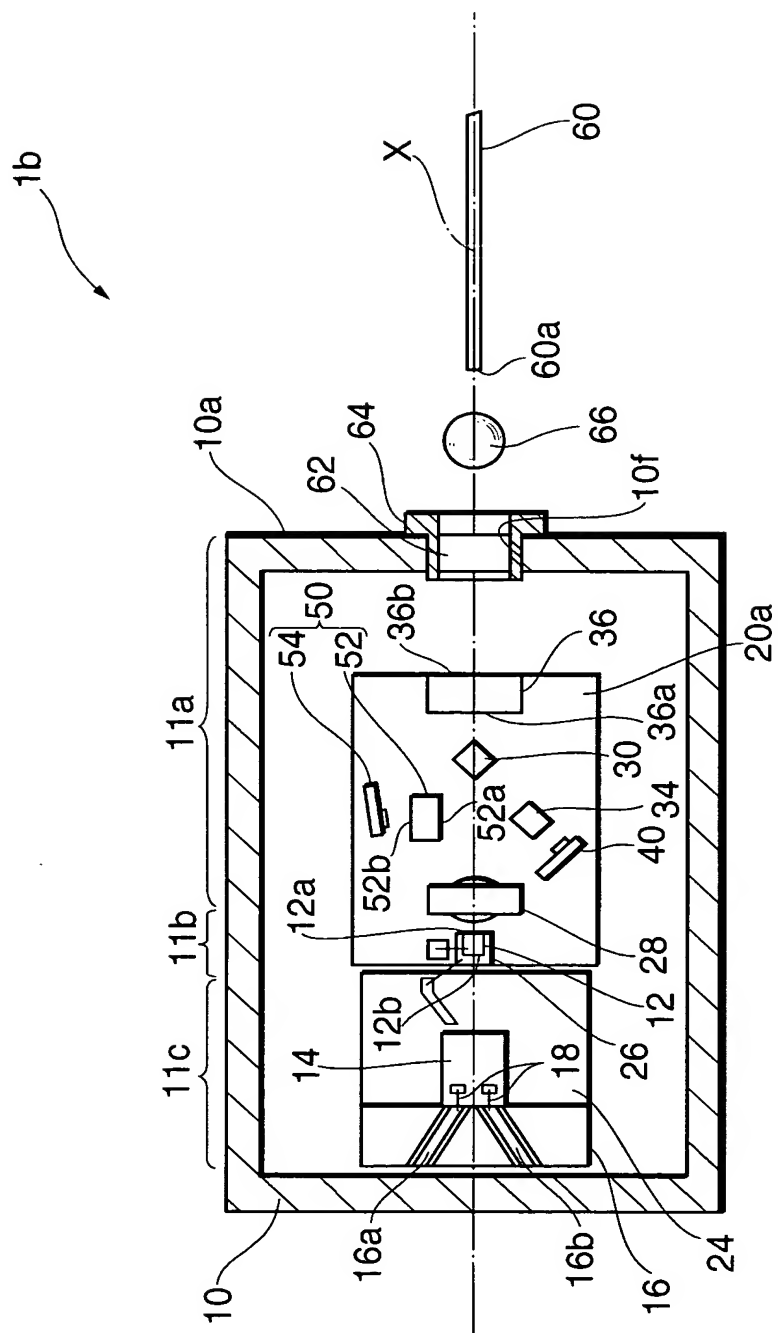
【図 3】



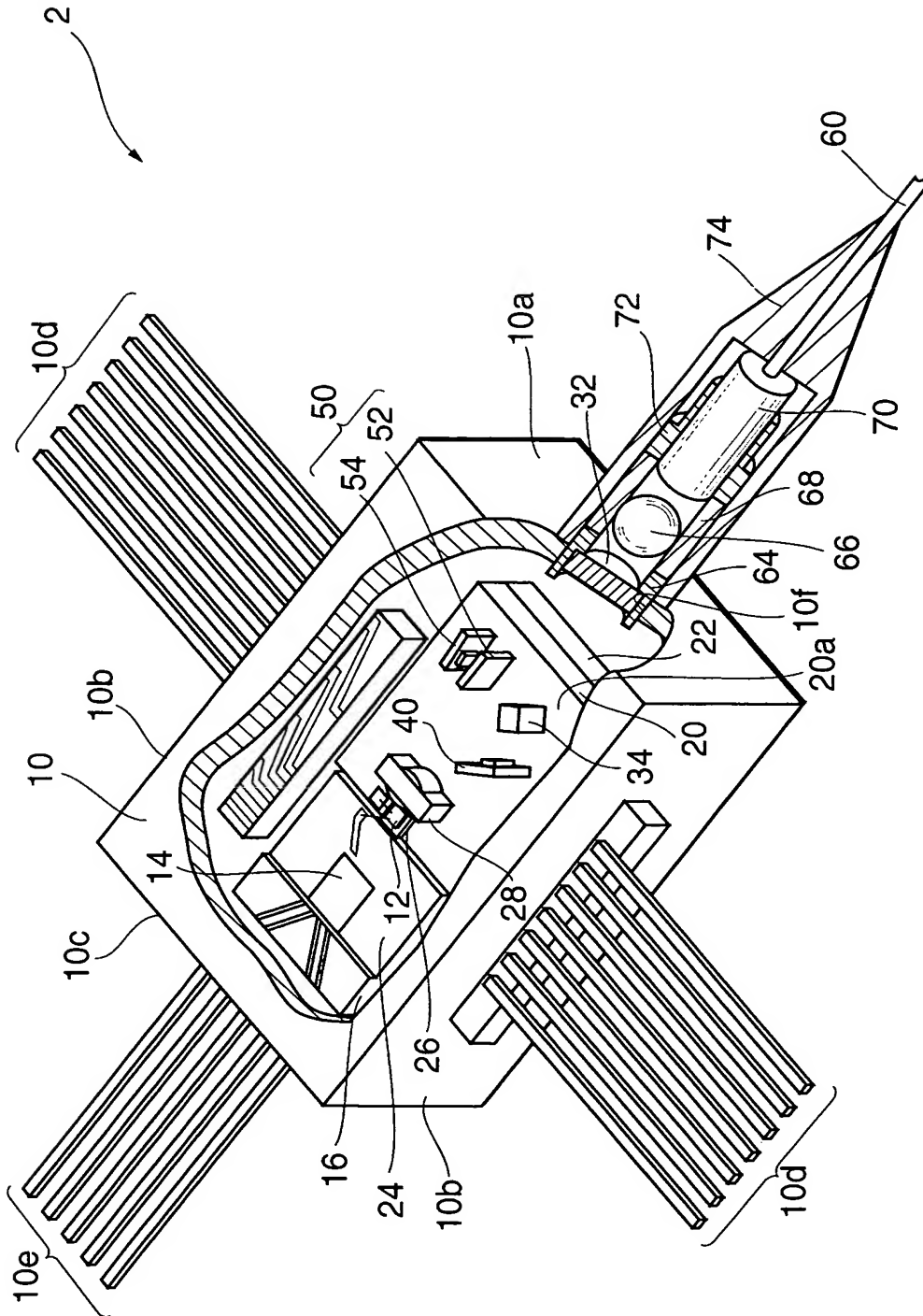
【図 4】



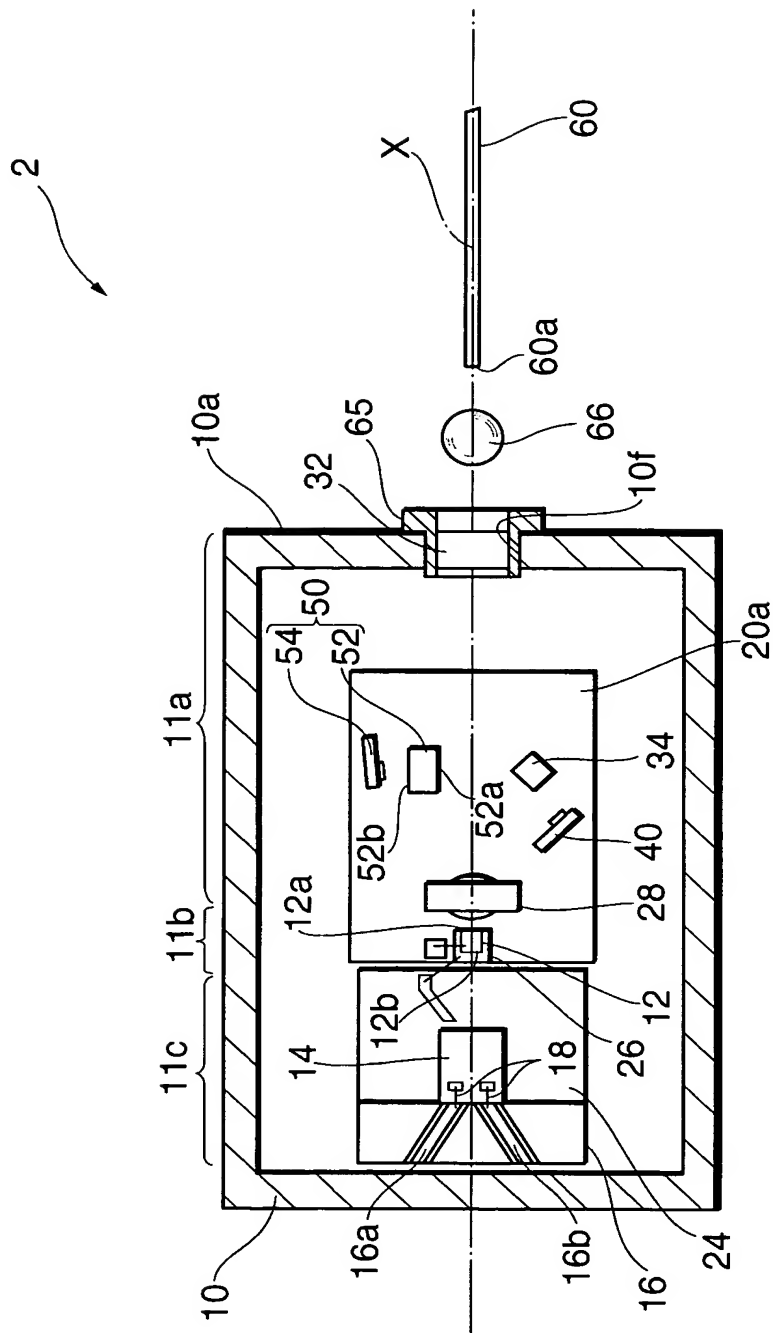
【図 5】



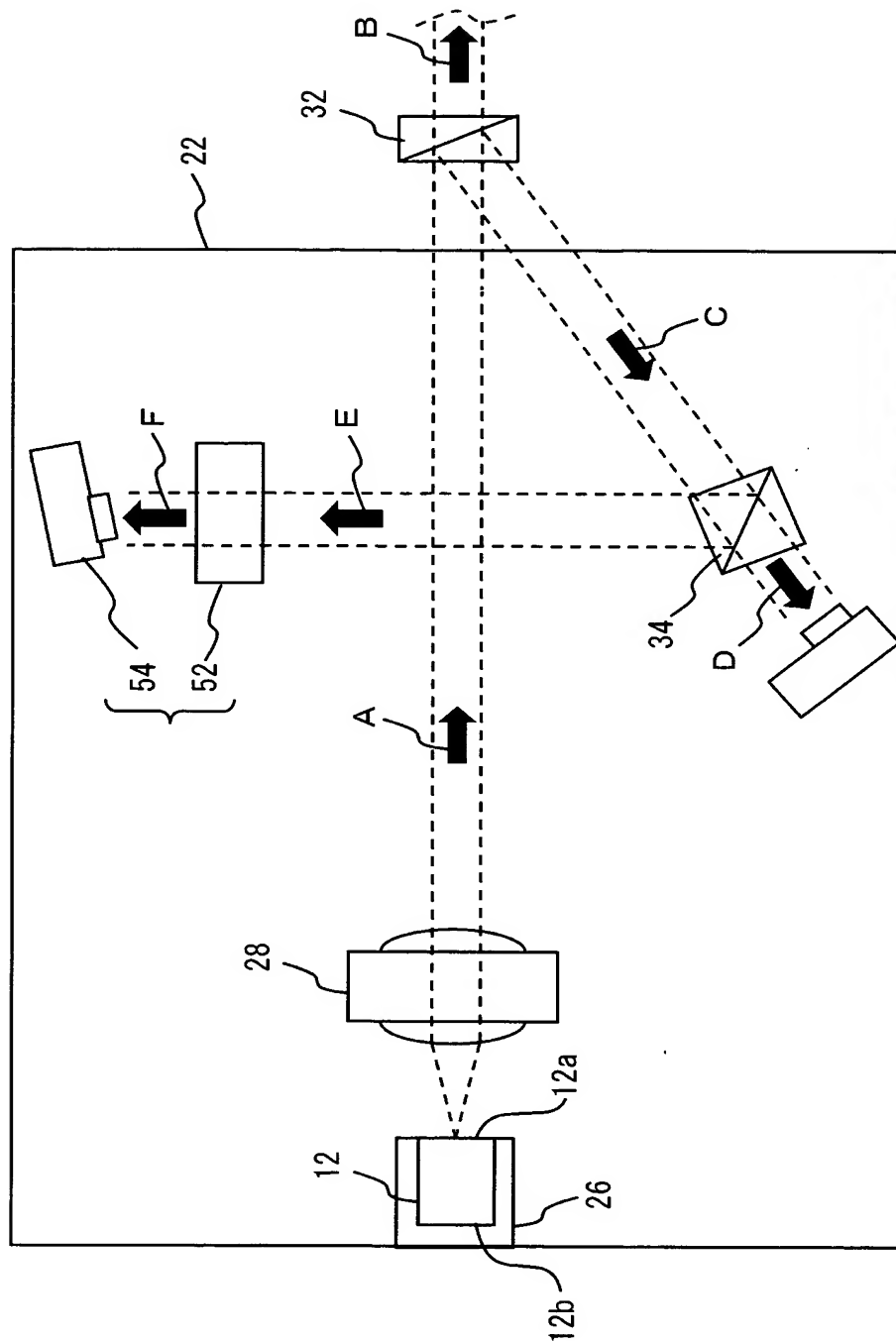
【図 6】



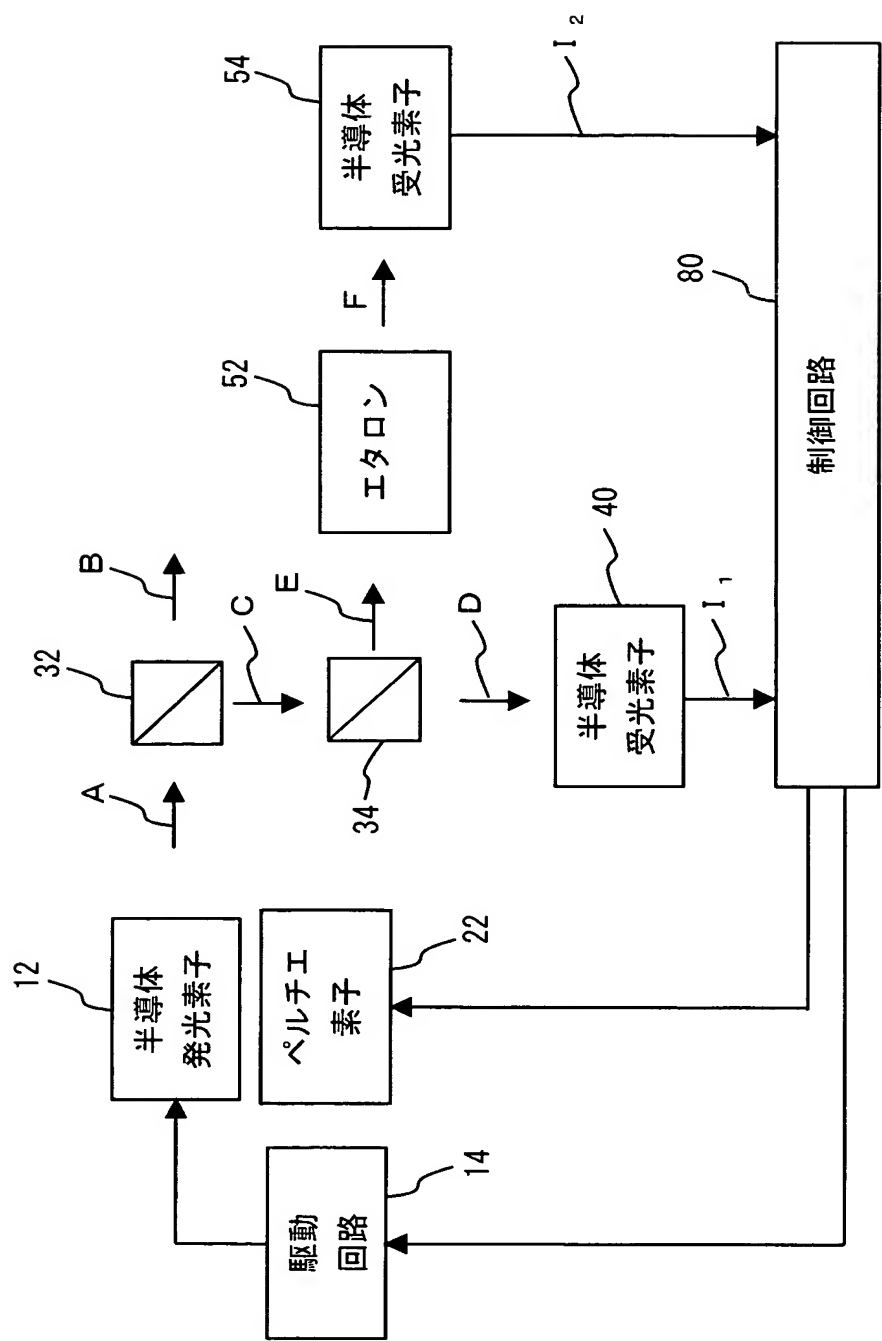
【図 7】



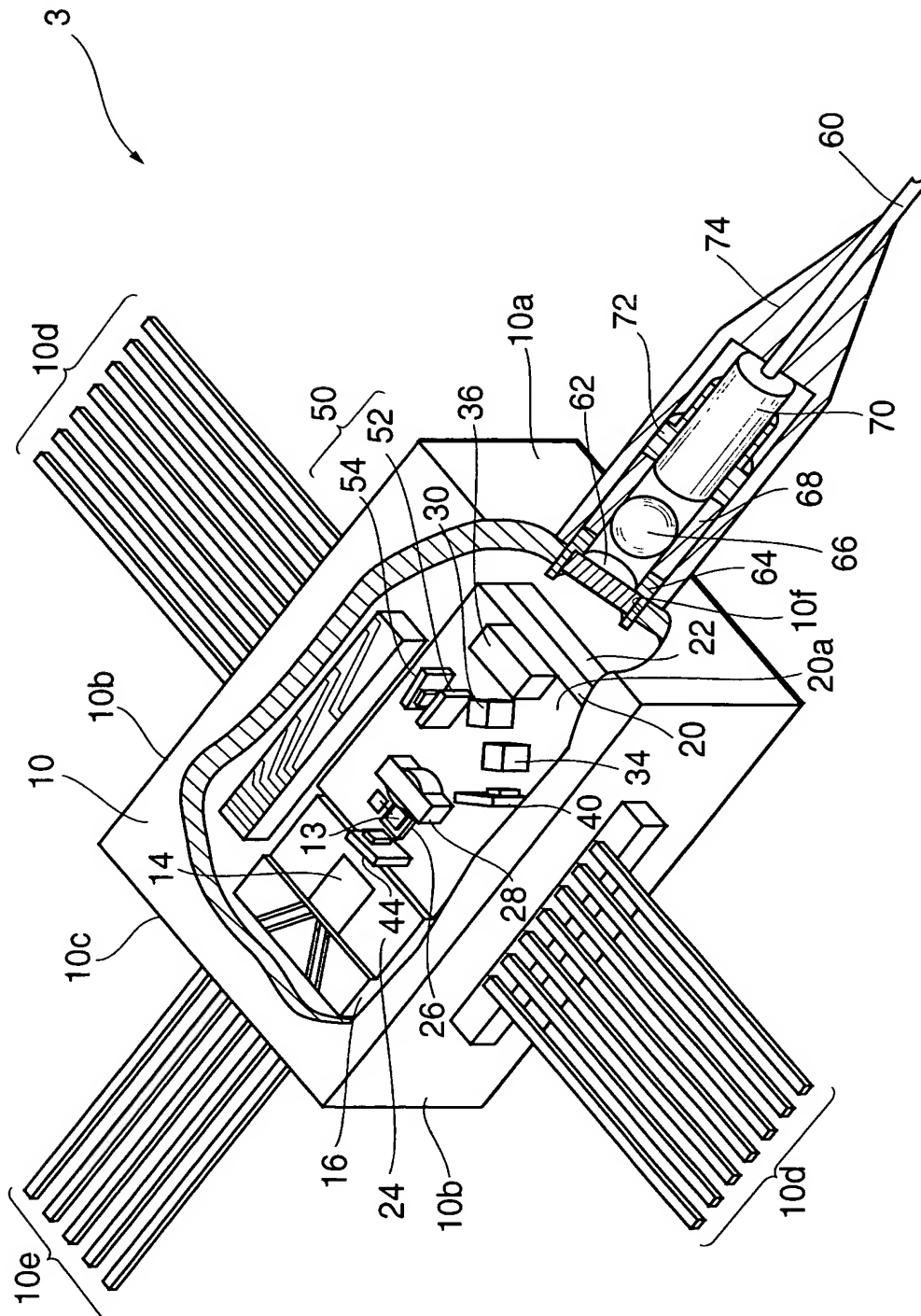
【図 8】



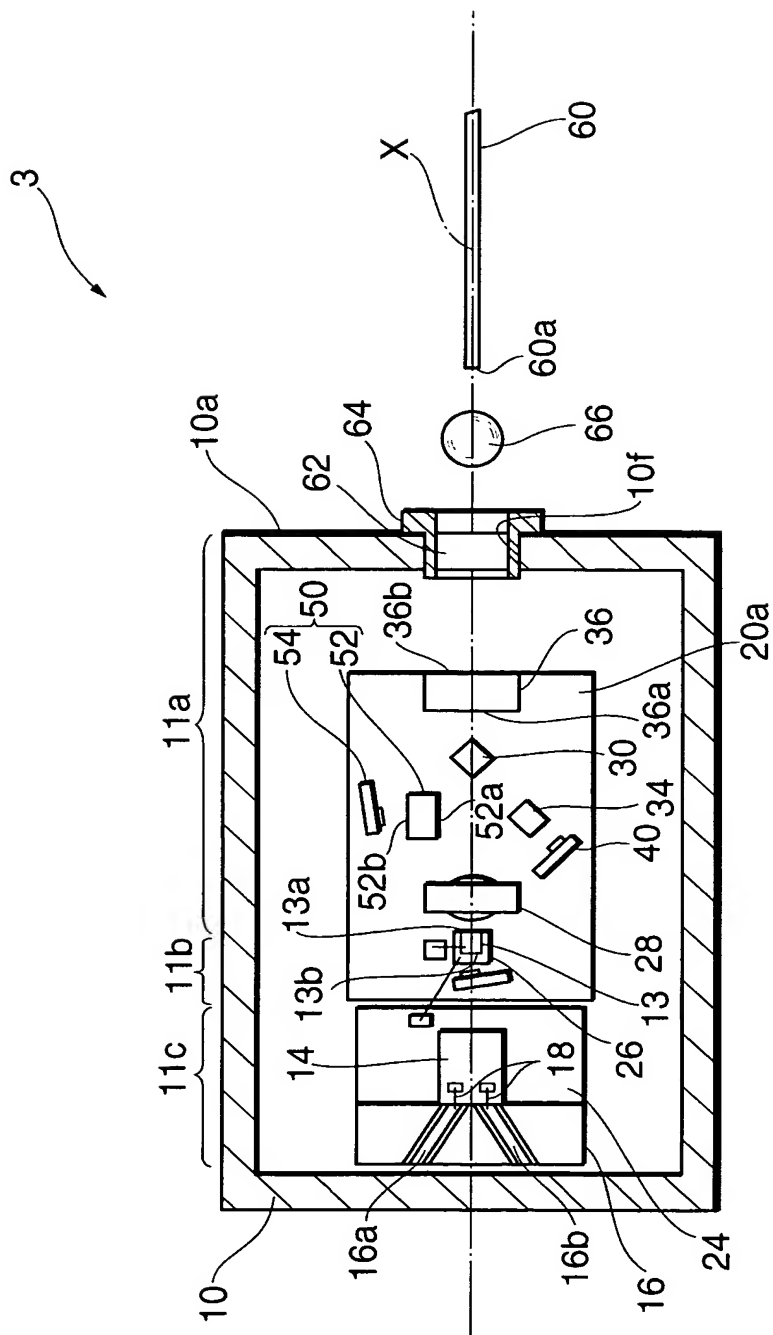
【図 9】



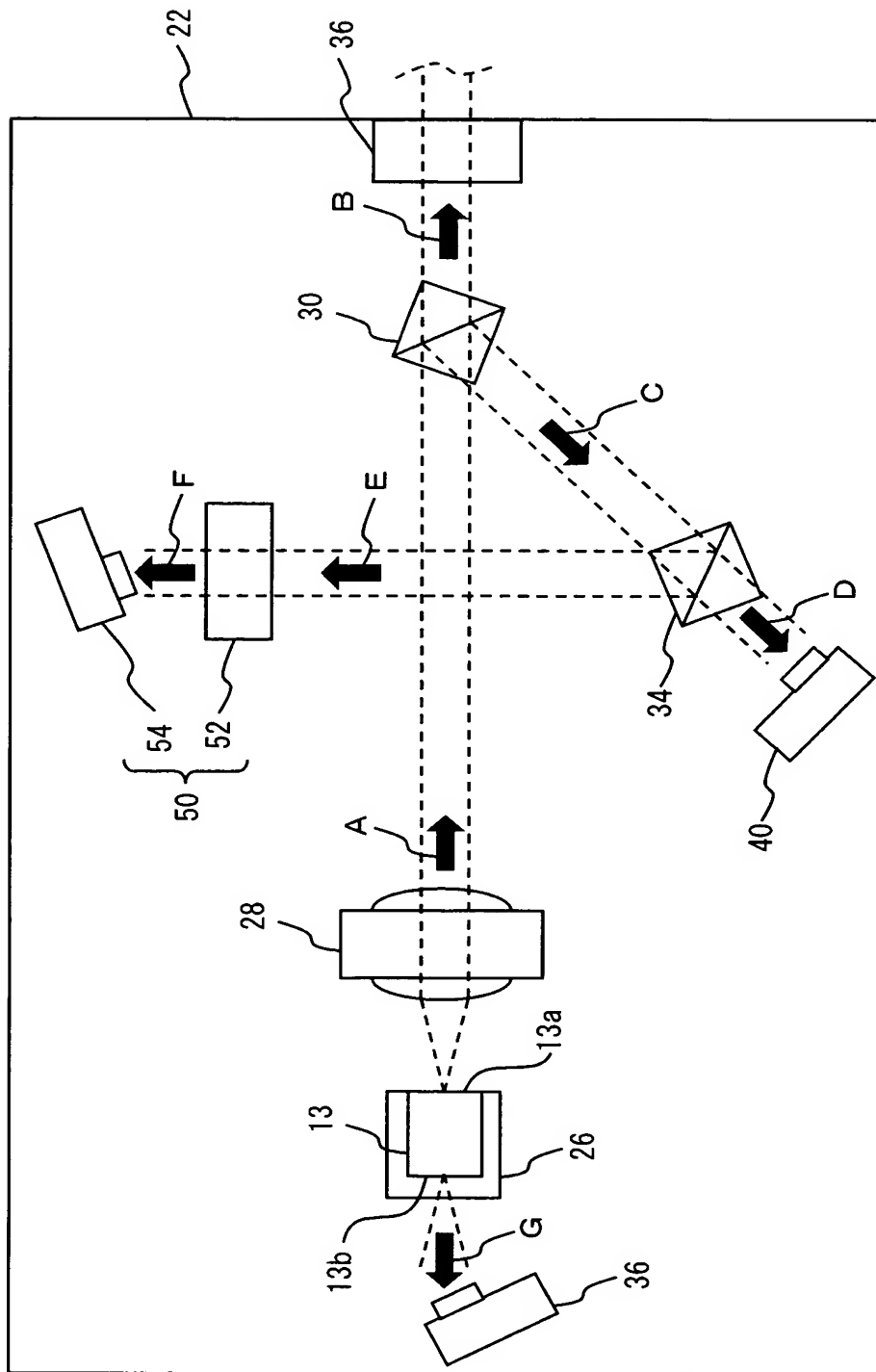
【図 10】



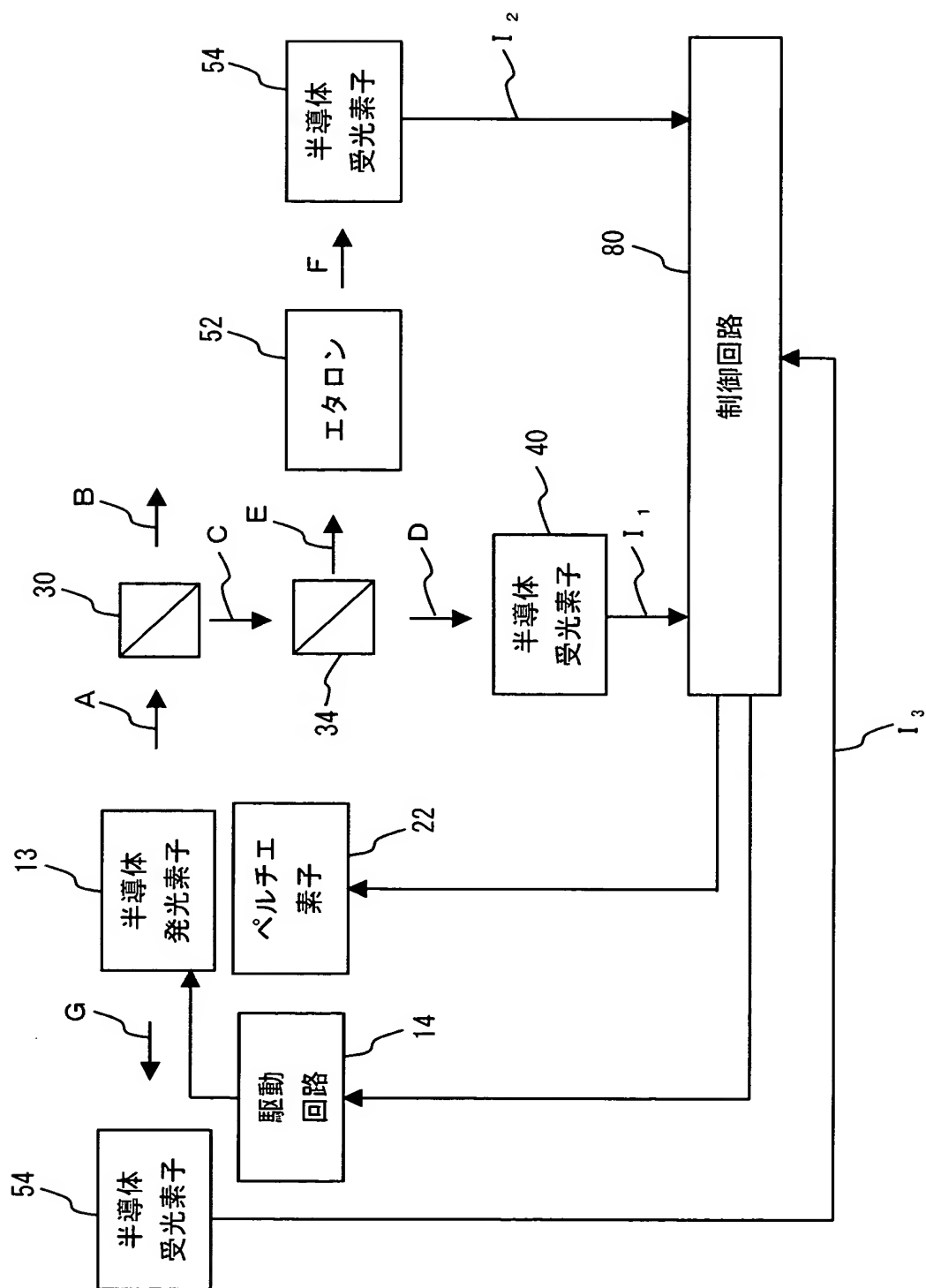
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動素子を半導体発光素子に近づけることができ、伝送速度の高速化を図ることが可能な発光モジュールを提供する。

【解決手段】 発光モジュール 1 では、第 1 のビームスプリッタ 3 0 が、半導体発光素子 1 2 の光出射面 1 2 a からの前面光を分岐し、出力光とモニタ光を生成する。モニタ光は、第 2 のビームスプリッタ 3 4 によって更に分岐され、強度モニタ光と波長モニタ光が生成される。波長検出器 5 0 は、第 2 のビームスプリッタ 3 4 からの波長モニタ光を受ける。発光モジュール 1 では、波長検出器 5 0 が半導体発光素子 1 2 からの前面光を受けることができるので、半導体発光素子 1 2 の後方に設けられた第 3 の領域 1 1 c において駆動素子 1 4 を半導体発光素子 1 2 に近づけて配置することができる。したがって、伝送速度の高速化を実現した発光モジュール 1 が提供される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 8 4 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社